

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-225808  
(43)Date of publication of application : 12.08.2003

---

(51)Int.Cl. B23B 27/14  
C23C 16/30

---

(21)Application number : 2002-023100 (71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP  
(22)Date of filing : 31.01.2002 (72)Inventor : OSHIKA TAKATOSHI  
UEDA TOSHIKI  
HAYATOI TAKUYA

---

**(54) SURFACE COATED CEMENTED CARBIDE CUTTING TOOL WITH HARD COATING LAYER SUPERIOR IN CHIPPING RESISTANCE IN HIGH SPEED INTERMITTENT CUTTING**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface coated cemented carbide cutting tool with a hard coating layer superior in chipping resistance in high speed intermittent cutting.

**SOLUTION:** The surface coated cemented carbide cutting tool is formed by depositing and forming the hard coating layer having an overall average layer thickness of 1-10  $\mu\text{m}$  and composed of alternate multiple laminations of first and second thin layers with respective average layer thicknesses of 0.01-0.3  $\mu\text{m}$ , and an outermost chip sliding layer having an average layer thickness of 0.05-1  $\mu\text{m}$  on the surface of a tungsten carbide based cemented carbide base body. The first thin layer is composed of either one or both of a titanium nitride layer and a titanium carbonitride layer, the second thin layer is composed of an aluminum oxide layer, and the outermost chip sliding layer is composed of either one or both of a molybdenum sulfide layer and a titanium sulfide layer.

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B23B 27/14		B23B 27/14	A 3C046
C23C 16/30		C23C 16/30	4K030

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-23100 (P 2002-23100)	(71) 出願人	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号
(22) 出願日	平成14年 1 月 31 日 (2002. 1. 31)	(72) 発明者	大鹿 高歳 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マ テリアル株式会社総合研究所那珂研究セン ター内
		(74) 代理人	100076679 弁理士 富田 和夫 (外 1 名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 高速断続切削で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆超硬合金製切削工具

## (57) 【要約】

【課題】 高速断続切削で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆超硬合金製切削工具を提供する。

【解決手段】 表面被覆超硬合金製切削工具が、炭化タングステン基超硬合金基体の表面に、個々の平均層厚が 0. 0 1 ~ 0. 3  $\mu$  m の第 1 薄層と第 2 薄層の交互多重積層で構成され、かつ 1 ~ 1 0  $\mu$  m の全体平均層厚を有する硬質被覆層と、0. 0 5 ~ 1  $\mu$  m の平均層厚を有する最表面切粉滑り層を蒸着形成してなり、さらに、

(a) 上記第 1 薄層を窒化チタン層および炭窒化チタン層のうちのいずれか、または両方、(b) 上記第 2 薄層を酸化アルミニウム層、(c) 上記最表面切粉滑り層を硫化モリブデン層および硫化チタン層のうちのいずれか、または両方、で構成する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化タングステン基超硬合金基体の表面に、個々の平均層厚が 0.01～0.3 μm の第 1 薄層と第 2 薄層の交互多重積層で構成され、かつ 1～10 μm の全体平均層厚を有する硬質被覆層と、0.05～1 μm の平均層厚を有する最表面切粉滑り層を蒸着形成してなり、さらに、

(a) 上記第 1 薄層を窒化チタン層および炭窒化チタン層のうちのいずれか、または両方、

(b) 上記第 2 薄層を酸化アルミニウム層、

(c) 上記最表面切粉滑り層を硫化モリブデン層および硫化チタン層のうちのいずれか、または両方、で構成したこと、を特徴とする高速断続切削で硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆超硬合金製切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、特に鋼や鋳鉄などの切削加工を高い機械的熱的衝撃を伴う高速断続切削条件で行なった場合にも、硬質被覆層にチップング（微小欠け）の発生なく、すぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆超硬合金製切削工具（以下、被覆超硬工具という）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、一般に、炭化タングステン（以下、WC で示す）基超硬合金で構成された基体（以下、超硬基体という）の表面に、(a) 化学蒸着形成および/または物理蒸着形成（以下、単に蒸着形成という）された Ti の炭化物（以下、TiC で示す）層、窒化物（以下、同じく TiN で示す）層、炭窒化物（以下、TiCN で示す）層、炭酸化物（以下、TiCO で示す）層、および炭窒酸化物（以下、TiCNO で示す）層のうちの 1 層または 2 層以上の積層からなり、かつ 0.5～10 μm の平均層厚を有する Ti 化合物層からなる下部層、(b) 0.3～10 μm の平均層厚を有し、かつ結晶構造が α 型や κ 型、さらに γ 型の蒸着形成された酸化アルミニウム（以下、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で示す）層からなる上部層、以上 (a) の下部層と (b) の上部層で構成された硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬工具が知られており、この被覆超硬工具が、例えば各種の鋼や鋳鉄などの連続切削や断続切削に用いられていることも知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 一方、近年の切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削加工は切削機械の高性能化とも相俟って高速化の傾向にあるが、上記の従来被覆超硬工具の場合、これを鋼や鋳鉄などの通常の条件での切削加工に用いた場合には問題はないが、これを高い機械的熱的衝撃を伴う高速断続切削に用いると、特に硬質被

覆層を構成する Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層が、硬質被覆層内で下部層である Ti 化合物層に対して上部位置にあるため、切削時に前記 Ti 化合物層に比して被削材に優先的に当接することから、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層自体が直接的に大きな機械的熱的衝撃を受けることになり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層はすぐれた高温硬さと耐熱性を有するが、靱性の劣るものであるために、これにチップングが発生し、これが原因で比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明者等は、上述のような観点から、高速断続切削条件での切削加工でも硬質被覆層がすぐれた耐チップング性を発揮する被覆超硬工具を開発すべく研究を行った結果、

(a) 被覆超硬工具の硬質被覆層を、TiN 層および/または TiCN 層（以下、TiN/TiCN 層で示す）と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の構成層に特定した上で、これら TiN/TiCN 層と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層の交互多重積層とすると共に、これらの個々の層厚を平均層厚で 0.01～0.3 μm のきわめて薄い薄層とし、かつ全体平均層厚を 1～10 μm とすると、この結果の硬質被覆層は薄膜化交互多重積層構造をもつことから、切削時に前記 TiN/TiCN 薄層と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄層が同時に被削材の切削に直接的に関与し、それぞれのもつ特性、すなわち前記 TiN/TiCN 薄層（以下、第 1 薄層という）のもつすぐれた強度と靱性、および前記 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄層（以下、第 2 薄層という）のもつすぐれた高温硬さと耐熱性が同時に、かつ均等に、経時的変化なく発揮され、したがって、この結果の被覆超硬工具は、これを特に鋼や鋳鉄などの高い機械的熱的衝撃を伴う高速断続切削に用いても、硬質被覆層にチップングの発生がなく、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するようになること。

(b) 上記 (a) の交互多重積層からなる硬質被覆層の表面に、硫化モリブデン（以下、MoS<sub>2</sub> で示す）層および硫化チタン（以下、TiS<sub>2</sub> で示す）層のうちのいずれか、または両方を最表面層として蒸着形成すると、これら MoS<sub>2</sub> 層および/または TiS<sub>2</sub> 層（以下、MoS<sub>2</sub>/TiS<sub>2</sub> 層で示す）には、切粉の切刃表面に対する抵抗を著しく減少させて、切粉の滑りを円滑にさせ、もってスムーズな切粉の流れを形成する作用があるので、高速断続切削加工時の機械的衝撃が上記交互多重積層からなる硬質被覆層との共存において、一段と緩和されるようになること。

以上 (a) および (b) に示される研究結果を得たのである。

【0005】 この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、超硬基体の表面に、個々の平均層厚が 0.01～0.3 μm の第 1 薄層と第 2 薄層の交互多重積層で構成され、かつ 1～10 μm の全体平均層厚を有する硬質被覆層と、0.05～1 μm の平均層厚を有する最表面切粉滑り層を蒸着形成してなり、さらに、

(a) 上記第1薄層をTiN/TiCN薄層、(b) 上記第2薄層をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄層、(c) 上記最表面切粉滑り層をMoS<sub>2</sub>/TiS<sub>2</sub>層、で構成してなる、高速断続切削で硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮する被覆超硬工具に特徴を有するものである。

【0006】なお、この発明の被覆超硬工具において、硬質被覆層の交互多重積層を構成する第1薄層および第2薄層の個々の平均層厚をそれぞれ0.01~0.3μmとしたのは、いずれの薄層においても、その平均層厚が0.01μm未満になると、それぞれの薄層のもつ特性、すなわち第1薄層によるすぐれた強度と靱性、および第2薄層によるすぐれた高温硬さと耐熱性を硬質被覆層に十分に具備せしめることができず、一方その平均層厚がそれぞれ0.3μmを越えると、それぞれの薄層のもつ問題点、すなわち第1薄層による耐摩耗性低下および第2薄層による耐チッピング性低下が硬質被覆層に現われるようになるという理由によるものである。また、同じく最表面切粉滑り層の平均層厚を0.05~1μmとしたのは、その平均層厚が0.05μm未満では、所望のすぐれた切粉滑り性を確保することができず、一方その平均層厚が1μmを越えると、これが原因で硬質被覆層にチッピングが発生し易くなる、という理由からである。さらに、硬質被覆層の全体平均層厚を1~10μmとしたのは、その層厚が1μmでは所望のすぐれた耐摩耗性を確保することができず、一方その層厚が10μmを越えると、硬質被覆層にチッピングが発生し易くなるという理由によるものである。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】つぎに、この発明の被覆超硬工具を実施例により具体的に説明する。原料粉末として、いずれも1~3μmの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、98MPaの圧力で所定形状の圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を5Paの真空中、1370~1470℃の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で真空焼結し、焼結後、切削部にR:0.07mmのホーニング加工を施すことによりISO-CNMG120408に規定するスローアウェイチップ形状をもった超硬基体A~Jをそれぞれ製造した。

【0008】ついで、これらの超硬基体A~Jのそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、通常の化学蒸着装置に装入し、いずれも通常の形成条件として知られている、第1薄層のTiN層の形成条件を、反応ガス組成-容量%で、TiCl<sub>4</sub>:4.2%、N<sub>2</sub>:30%、H<sub>2</sub>:残り、反応雰囲気温度:980℃、反応雰囲気圧力:7kPa、

とし、同TiCN層の形成条件を、反応ガス組成-容量%で、TiCl<sub>4</sub>:4.2%、N<sub>2</sub>:20%、CH<sub>4</sub>:4%、H<sub>2</sub>:残り、反応雰囲気温度:980℃、反応雰囲気圧力:7kPa、

とし、また、第2薄層のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層のうちの結晶構造がα型のものについては、形成条件を、

反応ガス組成-容量%で、AlCl<sub>3</sub>:2.2%、CO<sub>2</sub>:5.5%、HCl:2.2%、H<sub>2</sub>S:0.2%、H<sub>2</sub>:残り、

反応雰囲気温度:980℃、

反応雰囲気圧力:7kPa、

とし、また、同κ型のものについては、形成条件を、

反応ガス組成-容量%で、AlCl<sub>3</sub>:3.3%、CO<sub>2</sub>:4.0%、HCl:2.2%、H<sub>2</sub>S:0.3%、H<sub>2</sub>:残り、

反応雰囲気温度:980℃、

反応雰囲気圧力:7kPa、

とし、それぞれ表2に示される目標層厚の第1薄層と第2薄層を交互に、かつ第1薄層と第2薄層の形成の間には30秒間のH<sub>2</sub>ガス導入による反応雰囲気の入替えを行ないながら、同じく表2に示される積層数および全体目標層厚の硬質被覆層を上記超硬基体A~Jのそれぞれの表面に蒸着形成し、さらに、上記硬質被覆層の表面に、同じく通常の化学蒸着装置を用いて、MoS<sub>2</sub>層の形成条件を、

反応ガス組成-容量%で、MoCl<sub>5</sub>:0.2%、H<sub>2</sub>S:0.3%、H<sub>2</sub>:残り、

反応雰囲気温度:980℃、

反応雰囲気圧力:7kPa、

とし、またTiS<sub>2</sub>層の形成条件を、

反応ガス組成-容量%で、TiCl<sub>4</sub>:1.0%、H<sub>2</sub>S:0.3%、H<sub>2</sub>:残り、

反応雰囲気温度:980℃、

反応雰囲気圧力:7kPa、

として、同じく表2に示される目標層厚の最表面切粉滑り層を蒸着形成することにより本発明被覆超硬工具1~10をそれぞれ製造した。

【0009】また、比較の目的で、同じ化学蒸着装置にて、表3に示される条件で、表4に示される組成および目標層厚の硬質被覆層を上記超硬基体A~Jの表面に蒸着形成することにより従来被覆超硬工具1~10をそれぞれ製造した。

【0010】この結果得られた各種の被覆超硬工具について、これを構成する各種硬質被覆層および最表面切粉滑り層の組成および層厚を、オージェ分光分析装置、さらに走査型電子顕微鏡および透過型電子顕微鏡を用いて測定したところ、表2、4の目標組成および目標層厚と実質的に同じ組成および平均層厚(任意5ヶ所測定の平均値との比較)を示した。

【0011】つぎに、上記本発明被覆超硬工具1～10および従来被覆超硬工具1～10について、いずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、  
被削材：JIS・SCM415の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、  
切削速度：350m/min、  
切込み：2mm、  
送り：0.2mm/rev、  
切削時間：3分、  
の条件での合金鋼の乾式高速断続切削試験、および、

被削材：JIS・FC300の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、  
切削速度：400m/min、  
切り込み：3mm、  
送り：0.2mm/rev、  
切削時間：3分、  
の条件での鋳鉄の乾式高速断続切削試験を行い、いずれの切削試験でも切刃部の逃げ面摩耗幅を測定した。これらの試験結果を表5に示した。

10

【0012】

【表1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr3C2	TiN	TaN	WC
超 硬 基 体	A	10.5	8	—	—	8	1.5	—	—	—	殘
	B	7	—	—	—	—	—	—	—	—	殘
	C	5.7	—	—	—	1.5	0.5	—	—	—	殘
	D	5.7	—	—	—	—	—	1	—	—	殘
	E	8.5	—	0.5	—	—	—	0.5	—	—	殘
	F	9	—	—	—	2.5	1	—	—	—	殘
	G	9	8.5	—	—	8	3	—	—	—	殘
	H	11	8	—	—	4.5	—	—	1.5	—	殘
	I	12.5	2	—	—	—	—	—	1	2	殘
	J	14	—	—	0.2	—	—	0.8	—	—	殘

【0013】

30

【表2】

種 別		超硬 基体 記号	硬 質 被 覆 層							最表面切粉滑り層	
			第1薄層の個々の目標層厚 (μm)		第2薄層の個々の目標層厚 (μm)	交互多重積層における個々の薄層の層数 (層)			全体目標層厚 (μm)	目標層厚 (μm)	
			TiN 薄層	TiCN 薄層		TiN 薄層	TiCN 薄層	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 薄層		MoS <sub>2</sub> 層	TiS <sub>2</sub> 層
本 発 明 被 覆 超 硬 工 具	1	A	0.05	—	0.2	20	—	20	5	0.4	—
	2	B	0.02	0.02	0.1	10 (基体側)	40 (表面側)	※50	6	—	0.4
	3	C	0.2	—	0.3	6	—	※6	3	#0.2	0.2
	4	D	—	0.1	0.25	—	10	10	3.5	0.1	—
	5	E	0.1	—	0.25	20	—	※20	7	—	1
	6	F	—	0.05	0.05	—	60	60	6	0.05	#0.05
	7	G	0.15	—	0.1	40	—	40	10	0.3	—
	8	H	—	0.01	0.01	—	60	※60	1.2	—	0.05
	9	I	0.1	0.15	0.25	2 (表面側)	6 (基体側)	8	3.1	0.2	—
	10	J	—	0.3	0.2	—	15	※15	9	—	0.3

(表中、※印は結晶構造がα型、無印は同κ型のものをそれぞれ示し、#印は上側を示す)

【0014】

【表3】

硬質被覆層 種別	硬質被覆層形成条件 (反応雰囲気圧力はkPa、温度は℃を示す)		
	反応ガス組成 (体積%)	反応雰囲気	
		圧力	温度
TiC	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CH <sub>4</sub> :8.5%, H <sub>2</sub> :残	7	1020
TiN(第1層)	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :30%, H <sub>2</sub> :残	20	900
TiN(その他層)	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :35%, H <sub>2</sub> :残	25	1040
TiCN	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, N <sub>2</sub> :20%, CH <sub>4</sub> :4%, H <sub>2</sub> :残	7	1020
TiCO	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:3%, H <sub>2</sub> :残	7	1020
TiCNO	TiCl <sub>4</sub> :4.2%, CO:3%, CH <sub>4</sub> :3%, N <sub>2</sub> :20%, H <sub>2</sub> :残	15	1020
α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> :2.2%, CO <sub>2</sub> :5.5%, HCl:2.2%, H <sub>2</sub> S:0.2%, H <sub>2</sub> :残	7	1000
κ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> :3.3%, CO <sub>2</sub> :5%, HCl:2.2%, H <sub>2</sub> S:0.2%, H <sub>2</sub> :残	7	950

【0015】

【表4】

種別		超硬 基体 記号	硬 質 被 覆 層 (括弧内:目標層厚)				
			第1層	第2層	第3層	第4層	第5層
従 来 被 覆 超 硬 工 具	1	A	TiN (0. 2)	TiCNO (0. 2)	$\kappa$ 型 $Al_2O_3$ (4)	—	—
	2	B	TiCN (0. 5)	TiCO (0. 3)	$\alpha$ 型 $Al_2O_3$ (5)	—	—
	3	C	TiC (1. 2)	$\alpha$ 型 $Al_2O_3$ (1. 8)		—	—
	4	D	TiN (0. 3)	TiCNO (0. 3)	$\kappa$ 型 $Al_2O_3$ (2. 5)	—	—
	5	E	TiN (0. 3)	TiC (1)	TiCNO (0. 3)	$\alpha$ 型 $Al_2O_3$ (5)	—
	6	F	TiN (1)	TiCN (3)	$\kappa$ 型 $Al_2O_3$ (3. 5)	—	—
	7	G	TiN (0. 5)	TiC (5)	TiCN (0. 4)	TiCO (0. 1)	$\kappa$ 型 $Al_2O_3$ (4)
	8	H	TiN (0. 2)	TiC (0. 2)	$\alpha$ 型 $Al_2O_3$ (0. 6)	—	—
	9	I	TiC (1)	TiCNO (0. 2)	$\kappa$ 型 $Al_2O_3$ (2)	—	—
	10	J	TiCN (1)	TiC (3. 8)	TiCNO (0. 3)	$\alpha$ 型 $Al_2O_3$ (3)	—

【 0 0 1 6 】

【 表 5 】

種 別		逃げ面摩耗幅(mm)		種 別		切削試験結果	
		合金鋼の 高速断続切削	鋳鉄の 高速断続切削			合金鋼の 高速断続切削	鋳鉄の 高速断続切削
本 発 明 被 覆 超 硬 工 具	1	0.32	0.33	従 来 被 覆 超 硬 工 具	1	1.4分で使用寿命	2.0分で使用寿命
	2	0.28	0.29		2	0.8分で使用寿命	2.2分で使用寿命
	3	0.35	0.35		3	0.7分で使用寿命	0.9分で使用寿命
	4	0.33	0.34		4	1.1分で使用寿命	1.5分で使用寿命
	5	0.29	0.30		5	1.3分で使用寿命	0.3分で使用寿命
	6	0.27	0.31		6	0.9分で使用寿命	0.8分で使用寿命
	7	0.28	0.32		7	0.9分で使用寿命	1.7分で使用寿命
	8	0.36	0.35		8	1.5分で使用寿命	1.3分で使用寿命
	9	0.35	0.34		9	0.7分で使用寿命	1.4分で使用寿命
	10	0.29	0.31		10	1.3分で使用寿命	2.0分で使用寿命

(表中、使用寿命は硬質被覆層に発生したチッピングが原因)

#### 【0017】

【発明の効果】表2～5に示される結果から、第1薄層と第2薄層の交互多重積層からなる硬質被覆層と、最表面切粉滑り層を形成してなる本発明被覆超硬工具1～10は、いずれも鋼および鋳鉄の切削加工を高い機械的熱的衝撃を伴う高速断続切削条件で行っても、硬質被覆層が前記交互多重積層の第1薄層による高強度と高靱性および第2薄層によるすぐれた高温硬さと耐熱性を層全体に亘って均等的に具備するようになることから、前記最表面切粉滑り層による一段の切粉滑り性の向上と相俟って、硬質被覆層にチッピングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するのに対して、従来被覆超硬

工具1～10においては、いずれも特に上部層のA1:O<sub>2</sub>層が直接、かつ優先的に切削に関与し、主に前記上部層による切削態様となることから、高速断続切削条件での切削加工では、前記上部層の強度および靱性不足が原因でチッピングが発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。上述のように、この発明の被覆超硬工具は、各種の鋼や鋳鉄などの通常の条件での切削加工は勿論のこと、特にこれの断続切削を高速で行なった場合においてもすぐれた耐摩耗性を長期に亘って発揮するものであるから、切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

フロントページの続き

(72)発明者 植田 稔晃  
茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マ  
テリアル株式会社総合研究所那珂研究セン  
ター内

(72)発明者 早樋 拓也  
茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マ  
テリアル株式会社総合研究所那珂研究セン  
ター内

Fターム(参考) 3C046 FF03 FF10 FF16 FF19 FF22  
FF25  
4K030 BA12 BA18 BA36 BA38 BA43  
BA50 BB12 CA03 JA01 LA22